

カーテンによる流入濁水排除効果に対する流量変動の影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○吉武 敬介
九州工業大学大学院 正 会 員 重枝 未玲

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山 壽一郎
九州工業大学大学院 学 生 会 員 松本創次郎

1. はじめに

ダム堤体前面にカーテンを設置することで流入濁水を池外へ速やかに排除可能なことがこれまでの研究¹⁾でわかっている．本研究は，流入流量変動がこの排除効果に及ぼす影響について検討を加えたものである．

2. 実験

模型貯水池は，内部的な緩勾配²⁾である底面勾配 $I=1/80$ に設定されたアクリル製水槽(長さ7.6m，深さ0.4m，幅 $B_0=0.1$ m)の下流端に越流堰(堰高 $T=0.136$ m)を設け，堰頂まで清水(密度 ρ_a)で満たしたものである．水槽上流端から濁水を模した塩水を流入内部Froude数 $F_0(=q_0/((\varepsilon_0 g h_0^3)^{1/2}))$ で流入させ，潜入密度流を発生させた．ここに， q_0 :単位幅流入流量， $\varepsilon_0(=(\rho_0-\rho_a)/\rho_a)$:流入水の相対密度差， h_0 :流入水深(=0.05m)， ρ_0 :流入水の密度(=0.0007kg/m³)， g :重力加速度である．図-1に模型貯水池の概略等を，図-2に本実験の計算で用いるモーメント法を示す．

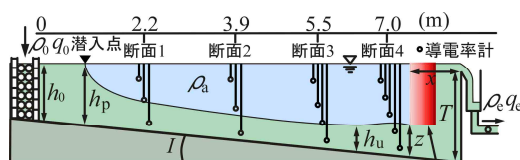


図-1 模型貯水池の概略と計測断面

層平均流速 u	$= \int_0^\infty U(y)^2 dy$	$\int_0^\infty U(y) dy$
層厚 h	$= \left(\int_0^\infty U(y) dy \right)^2$	$\int_0^\infty U^2(y) dy$
層平均相対密度差 ε	$= \int_0^\infty U(y) E dy$	$\int_0^\infty U(y) dy$

図-2 モーメント法

表-1 実験条件

CASE	F_0	F_1	流入条件の変化
N	0.75	-	-
S-1	0.55	-	-
S-2	0.65		
S-3	0.75		
S-4	0.85		
S-5	0.95		
S-6	1.05		
S-7	1.15		
AD-1	0.75	0.55	急減 ($t/t_0=2.0$)
AD-2		0.65	
AI-1		0.85	
AI-2		0.95	
AI-3	0.75	1.05	急増 ($t/t_0=2.0$)
AI-4		1.15	
BD-1-3	0.75	0.55	急減→基準 F_0 ($t/t_0=2.0 \rightarrow 3.0$)
BD-2-3		0.65	
BI-1-3		0.85	
BI-2-3		0.95	
BI-3-3	0.75	1.05	急増→基準 F_0 ($t/t_0=2.0 \rightarrow 3.0$)
BI-4-3		1.15	
BD-1-6	0.75	0.55	急減→基準 F_0 ($t/t_0=2.0 \rightarrow 6.0$)
BD-2-6		0.65	
BI-1-6		0.85	
BI-2-6		0.95	
BI-3-6	0.75	1.05	急増→基準 F_0 ($t/t_0=2.0 \rightarrow 6.0$)
BI-4-6		1.15	

実験は，ポリ袋を長方形にカットしたカーテン(幅 $1.65B_0$)を設置したCASE S，A，Bと，設置しないCASE Nの計4ケースを行った．実験条件を表-1に示す．流入条件は，池内の流動・希釈混合現象に及ぼす流入流量の影響が大きくなるように， F_0 を急増/急減させた．CASE Nは $F_0=0.75$ (以下「基準 F_0 」という)で流入させた場合，CASE Sはカーテンを位置 $x/T=1.0$ ，開度 $z/h_u=1.0$ に設置し， F_0 を基準 F_0 の前後に増加/減少させた場合，CASE AはCASE Sと同様にカーテンを設置し，基準 F_0 で流入させた後に経過時間 $t/t_0=2.0$ で F_0 を急増/急減させた場合，そしてCASE BはCASE Sと同様にカーテンを設置し，濁水を基準 F_0 で流入させた後に $t/t_0=2.0$ で F_1 に急増/急減させ，さらに $t/t_0=3.0$ あるいは 6.0 で基準 F_0 に戻した場合である．ここで， x :越流堰とカーテン設置位置との距離， z :カーテンの開き， h_u :基準 F_0 における自然な潜り込み状態におけるカーテン設置位置での流動層厚 t/t_0 :無次元経過時間， t_0 :総入れ替え時間(=貯水池の全容量/流入流量)で，基準 F_0 では $t_0=1005$ sである．

3. 実験結果と考察

図-3に流入流量変動の潜入水深 h_p と流入条件に基づく内部限界水深 $h_{0c}(=(q_0^2/\varepsilon_0 g)^{1/3})$ との比 h_p/h_{0c} の時系列の一例を示す．図中に示した $h_p/h_{0c}=1.6$ の破線は，平衡状態の潜入密度流の h_p/h_{0c} 値であり，潜入点の安定性，つまり清水域の保全効果を示す指標³⁾である．CASE Nでは潜入点が安定することはないが，CASE Sでは t/t_0 10~13まで，CASE Aでは t/t_0 10~13程度まで潜入点の安定化が図られる．CASE Bでは，CASE BDについてはCASE Aとほぼ同様に潜入点が安定するが，CASE BIについては $F_0=1.15$ の場合は潜入点が急速に前進し安定性は低下する．なお，CASE Bでは， $F_0=0.55\sim 0.95$ の場合にCASE Aとほぼ同様に潜入点が安定する．

図-4にカーテン直上流での希釈混合率 $\gamma(=\varepsilon_0/\varepsilon-1)$ の時系列の一例を示す． γ はカーテン直上流断面での局所的な希釈混合の程度を示す指標で，池水と混合した流入水の滞留の程度と関係する．CASE Nでは， γ は流入

参考文献:1) 秋山ら:水工学論文集,第69巻,pp.1513-1518, 2013. 2) 秋山:土木学会水理委員会,環境水理部会,pp.69-167, 2000. 3) 秋山ら:水工学論文集,第48巻,pp.1375-1380, 2004.